



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 10 580.8
Anmeldetag: 11. März 2003
Anmelder/Inhaber: Siemens Audiologische Technik GmbH,
91058 Erlangen/DE
Bezeichnung: Vorrichtung und Verfahren zur Adaption
von Hörgerätemikrofonen
IPC: H 04 R 25/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 11. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Weliner

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

Beschreibung

Vorrichtung und Verfahren zur Adaption von Hörgerätemikrofonen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur wechselseitigen Adaption mehrerer Mikrofone eines Hörgeräts. Darüber hinaus betrifft die vorliegende Erfindung eine entsprechende Vorrichtung zur Adaption der Mikrofone.

10

Hörgeschädigte leiden häufig unter einer verminderten Kommunikationsfähigkeit in Störlärm. Zur Verbesserung des Signal/Störgeräusch-Verhältnisses werden seit einiger Zeit Richtmikrofonanordnungen eingesetzt, deren Nutzen für den Hörgeschädigten unumstritten ist. Dabei werden häufig entweder Systeme erster Ordnung, d. h. mit zwei Mikrofonen, oder höherer Ordnung eingesetzt. Die Ausgrenzung von rückwärtig empfangenen Störsignalen sowie die Fokussierung auf frontal einfallende Schalle ermöglichen eine bessere Verständigung in Alltagssituationen.

20

Richtmikrofone sind jedoch sensibel gegenüber Verstimmungen der Übertragungsfunktionen der Mikrofone nach Betrag und Phase. Die Empfindlichkeit gegenüber Verstimmungen steigt mit der Ordnung des Richtmikrofonsystems und mit fallender Frequenz. Bei niedrigen Frequenzen sind derartige Richtmikrofonsysteme am empfindlichsten.

25

In dem Dokument EP 0982971 A2 ist in diesem Zusammenhang dargestellt, dass ein Mikrofon bei tiefen Frequenzen durch einen Hochpass erster Ordnung bestimmt werden kann. Dementsprechend lässt sich gemäß FIG 1 ein erstes Mikrofon 1 durch einen Hochpass mit der Übertragungsfunktion s/s_{pol_acl} charakterisieren. Das Mikrofon 1 nimmt ein erstes Eingangssignal 2 auf. Dieses mit dem Hochpassfilter des Mikrofons 1 gefilterte Eingangssignal 2 wird mit Hilfe eines ersten Kompensationsfilters 3 in ein erstes Mikrofonausgangssignal 4 gewandelt. Das

30

35

Kompensationsfilter 3 besitzt die Übertragungsfunktion $s\text{-pol_ac1}/s\text{-pol_ideal}$. Sowohl Zähler als auch Nenner können als Polynom dargestellt werden. Das Zählerpolynom des Kompensationsfilters 3 wird so gewählt, dass es dem Nennerpolynom des
5 akustischen Hochpasses des Mikrofons 1 entspricht. Das Nennerpolynom des Kompensationsfilters 3 entspricht dem Nennerpolynom des Hochpasses eines idealen Mikrofons. Durch Multiplikation der beiden Übertragungsfunktionen des Hochpasses, der das reale Mikrofon 1 charakterisiert, und des Kompensationsfilters 3 ergibt sich eine Normierung hinsichtlich des
10 idealen Mikrofons und die spezifische Übertragungsfunktion des ersten Mikrofons ist kompensiert.

Bei der Betrachtung von Hörgerätemikrofonen hat sich gezeigt,
15 dass in einem vereinfachten Ansatz insbesondere der am unteren Rand des nutzbaren Frequenzbandes vorhandene akustische Hochpass hinsichtlich Verstimmungen untersucht werden muss. Verschmutzungen, Alterung oder veränderte Umwelteinflüsse wirken besonders stark auf diesen Hochpass und verändern somit Amplituden- und Frequenzgang des Mikrofons im besonders
20 kritischen, mittleren und unteren Frequenzbereich. Eine Möglichkeit, derart hervorgerufene Verstimmungen zu reduzieren, besteht darin, in allen Mikrofonpfaden dieselbe Hochpasseckfrequenz zu erzwingen.

25

In gleicher Weise wird der spezifische Hochpass mit der Übertragungsfunktion $s/s\text{-pol_ac2}$ des zweiten Mikrofons 5 durch ein zweites Kompensationsfilter 6 mit der Übertragungsfunktion $s\text{-pol_ac2}/s\text{-pol_ideal}$ kompensiert, so dass aus dem zweiten Mikrofoneingangssignal 7 ein entsprechendes zweites Mikrofon-
30 ofon Ausgangssignal 8 entsteht. Auch hier wird das Nennerpolynom des Hochpasses 5 durch das Zählerpolynom des zweiten Kompensationsfilters 6 eliminiert. Mit diesen beiden Kompensationsfiltern 3 und 6 können die Schwankungen der Hochpassgrenzfrequenz von Mikrofon zu Mikrofon, die insbesondere bei
35 tiefen Frequenzen zu Phasen- und Amplitudenfehlern führen

würden, ausgeglichen werden, indem in allen Mikrofonpfaden dieselben Eckfrequenzen eingestellt werden.

5 In dem weiteren Dokument US 6,272,229 B1 wird ein Verfahren zum relativen, "adaptiven Phasenabgleich von zwei Mikrofonen grob skizziert. Dabei wird ein allgemeines Blockschaltbild für ein adaptives System angegeben. Das System beinhaltet einen Block „acoustical delay compensation“, der in einer Art Vorverarbeitung die lineare Phasendifferenz der Mikrofone, 10 die durch die Signallaufzeit zwischen den Mikrofonen bedingt ist, ausgleicht. Eine Adaptionsvorschrift ist jedoch nicht angegeben.

15 Weitere interne Realisierungen greifen vor allem den Eingangsempfindlichkeitsunterschied der Mikrofone auf. Über eine zeitlich gemittelte Betrachtung der Eingangspegel an den Mikrofonen kann Rückschluss über die Eingangsempfindlichkeit der Mikrofone gezogen werden. Unter der Annahme, dass die einfallenden Schaltsignale zwar zeitverzögert, aber mit nahezu dem 20 gleichen Pegel von allen Mikrofonen empfangen werden, kann über einen Abgleich der gemittelten Eingangspegel an den Mikrofonen die Amplitude der Eingangsempfindlichkeiten abgeglichen werden.

25 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, die Kompensation von Mikrofonunterschieden bei Hörgeräten zu vereinfachen.

30 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur wechselseitigen Adaption mehrerer Mikrofone eines Hörgeräts, durch Messen einer ersten Amplitude eines ersten Ausgangssignals von einem ersten der mehreren Mikrofone in einem vorgegebenen Frequenzbereich, Messen einer zweiten Amplitude eines zweiten Ausgangssignals von einem zweiten der mehreren 35 Mikrofone in dem vorgegebenen Frequenzbereich und Filtern des ersten Ausgangssignals in Abhängigkeit von der ersten Ampli-

tude und der zweiten Amplitude, so dass die Differenz zwischen den beiden Ausgangssignalen reduziert wird.

Ferner ist erfindungsgemäß vorgesehen eine Vorrichtung zur
5 wechselseitigen Adaption mehrerer Mikrofone eines Hörgeräts,
mit einer ersten Messeinrichtung zum Messen einer ersten Amplitude eines ersten Ausgangssignals von einem ersten der mehreren Mikrofone in einem vorgegebenen Frequenzbereich, einer
10 zweiten Messeinrichtung zum Messen einer zweiten Amplitude
eines zweiten Ausgangssignals von einem zweiten der mehreren
Mikrofone in dem vorgegebenen Frequenzbereich und einer Filtereinrichtung, die an die erste und zweite Messeinrichtung
angeschlossen ist, zum Filtern des ersten Ausgangssignals in
Abhängigkeit von der ersten Amplitude und der zweiten Amplitude,
15 so dass die Differenz zwischen den beiden Ausgangssignalen reduzierbar ist.

Gegenüber dem Stand der Technik nach FIG 1 kann durch die Erfindung auf ein Kompensationsfilter in einem Mikrofonpfad,
20 dem Referenzpfad, verzichtet werden. Jeweils ein Kompensationsfilter ist damit in jedem Pfad, außer dem Referenzpfad, enthalten. Dies bedeutet, dass beispielsweise bei drei Mikrofonen in zwei Mikrofonpfaden ein Kompensationsfilter vorzusehen ist, während der dritte Mikrofonpfad als Referenzpfad
25 verwendet wird.

Vorzugsweise entspricht der vorgegebene Frequenzbereich für das Messen der Amplituden der beiden Ausgangssignale der Mikrofone einem Frequenzband unterhalb von 150 Hz. Insbesondere
30 liegt das Frequenzband zwischen 40 und 60 Hz oder 80 bis 120 Hz. Dies ist der Bereich, in dem sich Unterschiede in der Eckfrequenz der Hochpassfilter der Mikrofone besonders stark bemerkbar machen.

35 Die Filterung kann durch eine Regelschleife angepasst werden, so dass die erste und zweite Amplitude einander entsprechen. Dadurch ist es möglich, der zeitlichen Änderung der Übertra-

gungsfunktion der Mikrofone beispielsweise durch Verschmutzungen oder Alterung wirksam zu begegnen.

Die Kompensationsfilterung kann in zwei Teilfilterungen aufgeteilt werden. Eine erste Teilfilterung wird dabei durch ein Nennerpolynom, das die Hochpasseckfrequenz des Referenzpfads modelliert, realisiert. Ein zweites Teilfilter wird durch ein Zählerpolynom, das so adaptiert wird, dass die gemittelte Pegeldifferenz zwischen den Mikrofonpfaden minimal wird, realisiert. Die Adaption findet durch Betragsbildung der Signale statt, wodurch eine Phasenabhängigkeit entfällt. Damit kann auf eine Einheit wie den oben genannten „acoustical delay compensation“-Block verzichtet werden.

Vorzugsweise sind die Koeffizienten des Zählerpolynoms nur von einem einzigen Parameter abhängig. Dies führt zu einem geringen Aufwand bei der Adaption. Ist lediglich das Zählerpolynom adaptierbar, so führt dies prinzipiell nicht zu identisch gleichen Mikrofonsignalen, da ein Fehler zwischen der Charakteristik des Referenzmikrofons und der im Nennerpolynom beschriebenen Filterwirkung bestehen kann. Die Wirkung dieser guten Näherungslösung ist aber ausreichend, um die Richtwirkung mit minimalem Aufwand deutlich zu verbessern.

Eine optimale Adaption der zwei oder mehr Mikrofone aneinander ist möglich, wenn auch das Nennerpolynom variierbar ist. Diese zusätzliche Adaptionsmöglichkeit gewährleistet auch eine raschere Adaption durch den Regelkreis.

Vorteilhafterweise können durch das Filtern Betrag und/oder Phase des ersten Ausgangssignals modifiziert werden. Damit lässt sich die Einstellung des Richtmikrofons verbessern.

Der Vorteil einer Adaption mit dem Mikrofonmodell gegenüber einer Adaption mit einem Filter, das beliebige Phasenfunktionen nachbilden kann, liegt zum einen in der Einfachheit der Realisierung. Zum anderen ist es grundsätzlich vorteilhaft,

von einer vereinfachten Modellvorstellung auszugehen und die Kompensation speziell auf das Modell auszurichten.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten

5 Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

FIG 1 ein Blockschaltbild zur Kompensation von Verschiebungen von Hochpasseckfrequenzen gemäß dem Stand der Technik;

10

FIG 2 ein Blockschaltbild zur Kompensation von Verschiebungen von Hochpasseckfrequenzen gemäß der vorliegenden Erfindung;

15 FIG 3 ein Schaltungsdiagramm einer Kompensationsschaltung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung; und

20 FIG 4 ein Schaltungsdiagramm einer Kompensationsschaltung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dar.

25

Ziel ist es, die zwei oder mehr Mikrofone in ihrem elektrischen und akustischen Verhalten aneinander anzupassen. Jedes Mikrofon kann im tieffrequenten Bereich durch einen charakteristischen akustischen Hochpass, dessen Eckfrequenz etwa bei 30 50 Hz liegt und einen elektrischen Hochpass, dessen Eckfrequenz etwa 100 Hz liegt, beschrieben werden. Sowohl die akustischen als auch die elektrischen Hochpässe der mehreren Hörgerätemikrofone sind geringfügig voneinander verschieden und können auf die folgende Art aneinander adaptiert werden.

35

Gemäß dem Blockschaltbild von FIG 2 besteht eine erfindungsgemäße Kompensation der Mikrofonunterschiede darin, dass zu-

nächst wie beim Stand der Technik gemäß FIG 1 das Mikrofon-
 eingangssignal 2 mit einem akustischen Hochpass 1 des ersten
 Mikrofons 1 mit der Übertragungsfunktion $s/s\text{-pol_ac1}$ gefil-
 tert wird. Das anschließende Kompensationsfilter 3' besitzt
 5 die Übertragungsfunktion $s\text{-pol_ac1}/s\text{-pol_ac2}$. Mit dieser
 Übertragungsfunktion wird dem zweiten Mikrofonpfad, der in
 FIG 2 unten dargestellt ist, Rechnung getragen. In diesem
 zweiten Mikrofonpfad wird wie beim Stand der Technik das Sig-
 nal 7 eines Referenzmikrofons 5 einer Hochpassfilterung ent-
 10 sprechend der Übertragungsfunktion $s/s\text{-pol_ac2}$ unterzogen.
 Das Nennerpolynom des zweiten akustischen Hochpasses des
 zweiten Mikrofons 5 wird zur Normierung des Kompensationsfil-
 ters 3' im ersten Mikrofonpfad verwendet. Mit dieser Normie-
 rung muss das Kompensationsfilter 3' nicht auf ein ideales
 15 Mikrofon normiert werden, um das erste Mikrofon Ausgangssignal
 4 zu erhalten. Im zweiten Mikrofonpfad kann dadurch auf ein
 Kompensationsfilter verzichtet werden, um das zweite Mikro-
 fonausgangssignal 8 zu erhalten.

20 Das Kompensationsfilter 3' besitzt eine Übertragungsfunktion
 mit einem Zählerpolynom $s\text{-pol_ac1}$ und einem Nennerpolynom $s\text{-pol_ac2}$.
 Bei einer vereinfachten Kompensation wird nur der
 Zähler und nicht der Nenner und der Zähler angepasst. Der
 Nenner des Kompensationsfilters 3' wird bei einer Nominalfre-
 25 quenz festgelegt. Im akustischen Fall liegt die Nominalfre-
 quenz bei 50 Hz und im elektrischen Fall bei 100 Hz. Mit die-
 ser festen Nominalfrequenz ist jedoch nur eine näherungsweise
 Kompensation möglich. Diese näherungsweise Kompensation ist,
 wie erwähnt, hinreichend gut, um beispielsweise die Richtwir-
 30 kung eines Richtmikrofons zu verbessern.

Die Transformation eines derartigen Kompensationsfilters vom
 Analog- in den Digitalbereich führt zu einem einfachen IIR-
 Filter erster Ordnung, der sich wie folgt darstellen lässt:

35

$$\frac{p_1(X_p) \cdot z + p_0(X_p)}{z + q_0}$$

Die Funktionen p_1 und p_0 sowie der Parameter q_0 ergeben sich aus der eingangs erwähnten europäischen Patentanmeldung EP 0982971 A2. Die Variable z stellt die Frequenzvariable des Mikrofoneingangssignals dar. Der Parameter X_p entspricht einer Stellgröße des Kompensationsfilters. Der Nenner ist in diesem vereinfachten Ansatz nicht variierbar.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ergibt sich eine verbesserte Adaption des Kompensationsfilters dadurch, dass auch der Nenner in seiner Übertragungsfunktion durch einen Parameter X_q wie folgt variierbar ist:

$$\frac{p_1(X_p) \cdot z + p_0(X_p)}{z + q_0(X_q)}$$

15

Eine Implementierung zur Adaption des Hochpasses eines Mikrofons gemäß der ersten Ausführungsform, bei der der Nenner der Übertragungsfunktion des Kompensationsfilters fest ist, ist in FIG 3 als Blockschaltbild dargestellt. Die Eingangseinheit bildet das Kompensationsfilter 3', das bereits in Zusammenhang mit FIG 2 erläutert wurde. Eingangssignal ist auch hier das Signal 2 eines ersten Mikrofons, wobei bei dieser Darstellung im Gegensatz zu FIG 2 auf die Wiedergabe eines akustischen Hochpasses, der das Mikrofon darstellt, verzichtet wurde. Ausgangssignal des Kompensationsfilters 3', der das niederfrequente Mikrofon-Matching im vorliegenden Fall des akustischen Hochpasses bei 50 Hz durchführt, ist wiederum das Signal 4. Dieses wird einer Multiplikationseinheit 10 zugeführt, in der das Signal mit einem entsprechenden Kompensationsfaktor 11 breitbandig bezüglich der Amplitude korrigiert werden kann.

In einem anschließenden Bandpassfilter 12 wird ein Frequenzbereich zwischen 40 und 60 Hz aus dem Ausgangssignal der Multiplikationseinheit 10 ausgeschnitten und einem Pegelmesser 13 zugeführt. Dort wird der Pegel des zu analysierenden Fre-

quenzbereichs aus dem Signal des ersten Mikrofons 2 ermittelt.

Parallel hierzu wird das aus einem zweiten Mikrofoneingangssignal 8 resultierende Ausgangssignal eines gleichermaßen nicht dargestellten zweiten beziehungsweise Referenzmikrofons ebenfalls einer Bandpassfilterung unterzogen. Ein Bandpass 14 schneidet hierzu ebenfalls den Frequenzbereich zwischen 40 und 60 Hz aus dem Ausgangssignal des Mikrofons aus und liefert das gefilterte Signal ebenfalls an einen Pegelmesser 15.

In einer Subtraktionseinheit werden die von den Pegelmessern 13 und 15 gemessenen Pegel voneinander subtrahiert und die resultierende Pegeldifferenz für eine Update-Einheit zur Aktualisierung der X_p -Variable zur Verfügung gestellt. Eine Aktualisierung des X_p -Werts soll allerdings nur erfolgen, wenn die Mikrofonsignale einen entsprechend hohen Pegel aufweisen. Hierzu werden die Mikrofonpegel einem Eingangspegelabfrageblock 18 zugeführt, der ein enable- X_p -Signal generiert, wenn beide Signalpegel eine gewisse Schwelle überschreiten. Dadurch kann verhindert werden, dass in Fällen, in denen keine akustischen Eingangssignale aber lediglich Mikrofonrauschen vorliegt, eine Mikrofonadaptation erfolgt. Das enable- X_p -Signal wird daher an den X_p -Update-Block weitergeschleift.

Der in Block 17 gegebenenfalls aktualisierte Wert X_p wird nun zur Vervollständigung der Regelschleife an das Kompensationsfilter 3' geliefert. Die Ermittlung des X_p -Werts und damit die Adaption der Mikrofone aneinander in dem X_p -Update-Block 17 kann durch einen (N)LMS-Algorithmus (Normalised Least Meansquare) erfolgen, wobei ein „acoustical delay“-Block notwendig ist.

In FIG 4 ist ein Schaltbild einer verbesserten Version eines Anpassschaltkreises dargestellt. Der wesentliche Aufbau entspricht dem von FIG 3, wobei die einander entsprechenden Funktionsblöcke im Wesentlichen die gleichen Funktionen aus-

führen. Lediglich das Kompensationsfilter, das ebenfalls mit dem Bezugszeichen 3' bezeichnet ist, verfügt über einen weiteren Signaleingang, mit dem auch das Nennerpolynom über die Variable X_q verändert werden kann.

5

Um sowohl eine Änderung des Zähler- als auch des Nennerpolynoms durchführen zu können, wird das Ausgangssignal des Eingangspegelabfrage-Blocks 18, mit dem festgestellt wird, ob die beiden Mikrofonsignale einen ausreichend hohen Pegel besitzen, an einen Schalter 19 weitergeleitet. Dieser Schalter 19 erzeugt zeitlich abwechselnd ein enable- X_q -Signal und ein enable- X_p -Signal, falls er ein enable- X_p - X_q -Signal von Block 18 erhält.

10

15 Neben dem X_p -Update-Block 17 ist hier folglich auch ein X_q -Update-Block 20 zur Änderung beziehungsweise Aktualisierung des X_q -Werts vorgesehen. Falls nun der Schalter 19 ein enable- X_q -Signal abgibt, wird der X_q -Wert entsprechend der Pegeldifferenz aus dem Subtrahierer 16 geändert. Wenn andern-
20 falls der Schalter 19 ein enable- X_p -Signal abgibt, wird der X_p -Wert in dem X_p -Update-Block 17 entsprechend der Pegeldifferenz geändert. Wenn die Pegeldifferenz kleiner 0 ist wird der X_p - oder X_q -Wert in einer Richtung, und wenn die Pegeldifferenz größer 0 ist, in der entsprechend anderen Richtung
25 geändert.

Das Kompensationsfilter 3' erhält die geänderten beziehungsweise aktualisierten X_p - und X_q -Werte als Stellgrößen. Wie auch bei der vorhergehenden Ausführungsform gemäß FIG 3 bedeuten die unterschiedlichen Hochpasseckfrequenzen der Mikro-
30 fone in einem schmalen Frequenzbereich um die Eckfrequenzen unterschiedliche gemittelte Ausgangspegel der beiden Mikrofonsignale. Dies bedeutet, dass die Pegeldifferenz direkt vom Unterschied der Eckfrequenzen abhängt. Zur Adaption der Eck-
35 frequenzen wird daher einfach die Differenz der Pegel gebildet (Leistungsdifferenz).

Die Gesamtstrecke eines Richtmikrofons vom Mikrofoneingang bis zum Ausgang wird bei tiefen Frequenzen vielfach mit weiteren Hochpässen erster Ordnung beschrieben. Neben dem akustischen Hochpass verfügt das Mikrofon noch über einen elektrischen Hochpass erster Ordnung mit einer Eckfrequenz von ca. 180 Hz. Ein weiterer Hochpass ergibt sich durch einen Koppelkondensator und Eingangswiderstand einer IC-Eingangsstufe.

Die oben beschriebenen adaptiven Verfahren können prinzipiell bei allen Hochpässen angewandt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur wechselseitigen Adaption mehrerer Mikrofone
(1, 5) eines Hörgeräts,
5 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
 - Messen (13) einer ersten Amplitude eines ersten Ausgangssignals von einem ersten der mehreren Mikrofone (1) in einem vorgegebenen Frequenzbereich (12),
 - Messen (15) einer zweiten Amplitude eines zweiten Ausgangssignals von einem zweiten der mehreren Mikrofone (5) in dem vorgegebenen Frequenzbereich (14) und
 - 10 - Filtern (3') des ersten Ausgangssignals in Abhängigkeit von der ersten Amplitude und der zweiten Amplitude, so dass die Differenz (16) zwischen den beiden Ausgangssignalen reduziert wird.
 - 15
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der vorgegebene Frequenzbereich (12, 14) einem oder mehreren Frequenzbändern unterhalb von 150 Hz entspricht.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Frequenzband/die Frequenzbänder zwischen 40 und 60 Hz und/oder 80 bis 120 Hz liegt.
- 25 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei Parameter zum Filtern (3') in einer Regelschleife derart angepasst werden, so dass die erste und zweite Amplitude einander entsprechen.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Filtern (3') durch Multiplizieren mit einem Nenner- und Zählerpolynom erfolgt.
- 35 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei ausschließlich das Zählerpolynom durch eine Regelung variiert wird.

7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Zähler- und Nennerpolynom durch Regelung variiert werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei durch
5 das Filtern Betrag und/oder Phase des ersten Ausgangssignals modifiziert wird.
9. Vorrichtung zur wechselseitigen Adaption mehrerer Mikrofone (1, 5) eines Hörgeräts,
10 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
- eine erste Messeinrichtung (13) zum Messen einer ersten Amplitude eines ersten Ausgangssignals von einem ersten der mehreren Mikrofone (1) in einem vorgegebenen Frequenzbereich (12),
 - 15 - eine zweite Messeinrichtung (15) zum Messen einer zweiten Amplitude eines zweiten Ausgangssignals von einem zweiten der mehreren Mikrofone (5) in dem vorgegebenen Frequenzbereich (14) und
 - eine Filtereinrichtung (3'), die an die erste und
20 zweite Messeinrichtung (13, 15) angeschlossen ist, zum Filtern des ersten Ausgangssignals in Abhängigkeit von der ersten Amplitude und der zweiten Amplitude, so dass die Differenz (16) zwischen den beiden Ausgangssignalen reduzierbar ist.
- 25
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei der vorgegebene Frequenzbereich (12, 14) einem oder mehreren Frequenzbändern unterhalb von 150 Hz entspricht.
- 30 11. Vorrichtung nach Anspruch 10, wobei das Frequenzband/die Frequenzbänder zwischen 40 und 60 Hz und/oder 80 bis 120 Hz liegt.
- 35 12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei die Filtereinrichtung (3') in einer Regelschleife derart anpassbar ist, dass erste und zweite Amplitude einander entsprechen.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Filtereinrichtung (3') durch ein Nenner- und Zählerpolynom modellierbar ist.

5

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei ausschließlich das Zählerpolynom variierbar ist.

10

15. Vorrichtung nach Anspruch 13, wobei das Zähler- und Nennerpolynom variierbar sind.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei mit der Filtereinrichtung Betrag und/oder Phase des ersten Ausgangssignals modifizierbar ist.

15

Zusammenfassung

Vorrichtung und Verfahren zur Adaption von Hörgerätemikrofonen

5

Die in Hörgeräten verwendeten Mikrofone besitzen in der Regel unterschiedliche Kennlinien, die aneinander anzupassen sind. Hierzu werden in einem vorgegebenen Frequenzbereich die Amplitude eines Ausgangssignals eines ersten Mikrofons (1) und
10 die Amplitude eines Ausgangssignals eines zweiten Mikrofons (5) gemessen. Anschließend wird das Ausgangssignal des ersten Mikrofons in Abhängigkeit von den beiden gemessenen Amplituden gefiltert (3'), so dass die Differenz zwischen den beiden Ausgangssignalen reduziert wird. Hierdurch dient eines der
15 beiden Mikrofone (5) als Referenz und es kann auf eine absolute Normierung verzichtet werden.

FIG 2

20

FIG 1

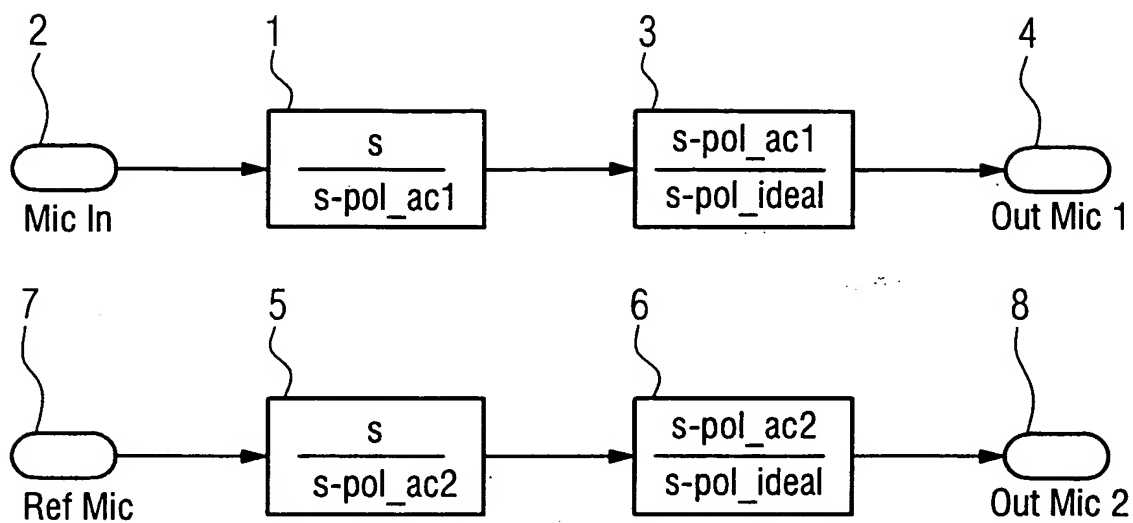


FIG 2

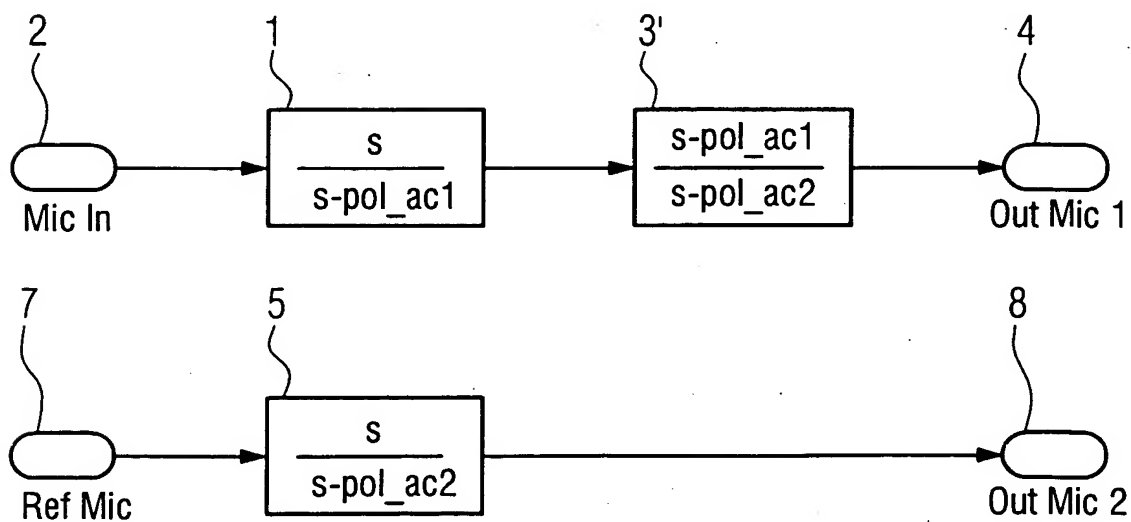


FIG 3

